

C8051F120 的特点及其在多任务实时测试系统中的应用

李新宇 张志勇

(北京航天计量测试技术研究所,北京 100076)

摘要 介绍了 C8051F120 这款单片机的硬件配置及功能特点,并着重分析了其在多任务、实时测量、实时传输的测试系统中的应用。

关键词 单片机 硬件 特性 测量

The Characteristic of the C8051F120 and the Application in the Real-Time Measurement System with Multi-Tasks

LI Xin-yu ZHANG Zhi-yong

(Beijing Aerospace Institute for Metrology and Measurement Technology, Beijing 100076)

Abstract Introduces the hardware configuration and the characteristics of the C8051F120, and analyses the application in the real-time measurement and transmission system with multi-tasks.

Key words Micro control unit Hardware Characteristics Measurement

1 引言

在某测试系统中,要求同时测量多个参数,主要包括:利用两个增量式光电编码器分别实时测量两个旋转轴的转角和转速;利用扭矩传感器实时测量某旋转轴上的动态扭矩;利用绝对式磁电编码器实时测量缓慢转过的角度和转速;利用三个加速度传感器实时测量某物在空间坐标系的角位置等。

若要同时完成所有信号的实时测量、实时处理、实时传输,要求测试系统必须具备较快的处理速度和多线程的处理能力,同时还要有较丰富和完善的用户可用资源。据此,有两种可选方案。

一是采用 ADC, CPLD 等芯片和上位工控机组成系统,二是采用较高级的单片机等芯片和上位工

控机组成系统。前者中的 CPLD 可以将所有传感器的信号不断输出到上位机,但由于信号类型复杂,传输效率较低,同时也加重了上位机的处理负担,不适合实时性的要求;后者基于 C8051F120 这种功能强大的单片机进行硬件和相应处理程序的设计,之后将经单片机处理后的信号通过串口输出给上位机,上位机只需对数据进行整理并实时显示即可,这样既节省了外围电路的设计,又能很方便地实现实时处理和传输。在此测试系统中,就是基于 C8051F120 进行硬件和软件的设计。

2 C8051F120 单片机功能简介

C8051F 系列单片机是由美国 Silicon Laborato-

收稿日期:2007-10-30; 修回日期:2008-01-21

作者简介:李新宇(1980-),男,助理工程师,主要从事精密测试计量技术与仪器的研究。

ries 公司推出的混合信号系统级 MCU。C8051F120 以其很高的性价比成为系列产品中很有代表性的一款。图 1 为 C8051F120 外围设备简图。

C8051F120 单片机片内集成了两个 12 位 DAC、一个 16 × 16 的硬件乘法器、一个 12 位的 ADC 和一个 8 位的 ADC,掌握开发过程非常容易;采用 JTAG

调试方式,支持在系统、全速、非插入调试和编程,不占用片内资源,比使用仿真芯片目标仿真头和仿真插座的仿真系统有更好的性能;片上还集成了内部电压基准,片内电源监视、降压检测、看门狗等。表 1 中列出了本设计中应用到的功能模块。

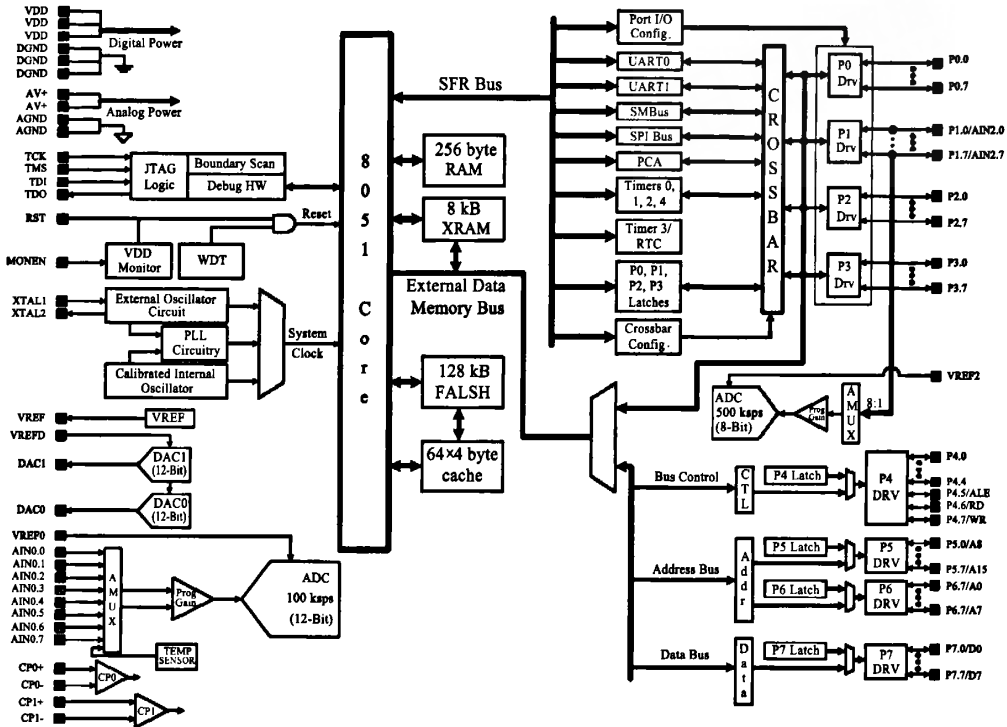


图 1 C8051F120 外围设备简图

表 1 C8051F120 部分特征功能表

类别	特征	备注	
模拟外设	12 位 ADC	± 1LSB INL; 无失码; 可编程转换速率最大 100 ksp/s; 8 个外部输入; 可编程为单端输入或差分输入; 可编程放大器增益;	内置温度传感器(± 3℃)
	两个 12 位 DAC	可以同步输出,用于产生无抖动波形	
	内部电压基准	提供电压基准	
片内 JTAG 调试和边界扫描	片内 JTAG 调试电路提供全速非侵入式的在系统调试(无需仿真器); 支持断点、单步、观察点、堆栈监视器; 完全符合 IEEE1149.1 边界扫描标准;		

续表 1

类别	特征	备注
高速 8051 微控制器内核	流水线指令结构; 在时钟频率为 100 MHz 时,速度可达 100 MIPS; 扩展的中断系统; 2 个指令周期的 16 × 16 的乘法、加法器;	70% 指令的执行时间为 1 ~ 2 个系统时钟周期;
存储器	8448 字节内部数据 RAM(256 + 8k); 128 k 字节在系统可编程 FLASH 程序存储器,以 512 字节扇区为单位;	外部并行数据存储器接口;
数字外设	64 个 I/O 口线; 可同时使用 SMBus(I ² C 兼容)、SPI 及两个 UART 串口; 可编程的 16 位计数器/定时器阵列 PCA,有 6 个捕捉/比较模块; 5 个通用 16 位计数器/定时器; 专用的看门狗定时器;双向复位;	所有口线均耐 5 V 电压,输出有开漏和推挽模式
时钟源	内部振荡器	24.5 MHz,可编程;
	片上锁相环 PLL	最大为 100 MHz;可编程;
	外部振荡器	晶体 RC,C 或外部时钟

由于 C8051F120 的高集成度,避免了外扩 I/O 口,ADC,DAC,Watchdog,可编程 I/O 口等,简化了硬件电路,为形成以 C8051F120 为核心的单片机系统创造了条件,从而可提高系统的可靠性和稳定性。C8051F120 单片机的内核采用流水线结构,速度可达 100 MIPS(100 MHz 晶振),比普通 51 单片机快 40 倍,指令与标准 51 系列兼容,而且不再分系统时钟和机器周期。指令直接按照系统时钟执行,而且大部分指令只需 1 ~ 2 个系统时钟即可完成。同时,在执行当前指令时,还可以部分处理下一条指令,从而大大提高了执行效率。

3 C8051F120 的应用

3.1 硬件电路设计

信号的特点决定处理电路的设计。在此硬件电路的设计中,C8051F120 作为信号处理的核心,再加之必要的外围电路,能很好的将多路传感器,主要是两个增量式编码器、绝对式编码器、扭矩传感器、加表等传感器的输出信号实时处理并实时传输给上位机进行实时显示。

1) 增量式编码器输出信号的处理

增量式光电编码器的输出有 Z 相过零脉冲、A 相信号脉冲和 B 相信号脉冲。当编码器的内轴转

过其绝对零位时,Z 相将产生一个具有一定脉宽的正脉冲;在一周的计数过程中,A 相和 B 相是两路正交的矩形波信号。由于所选用的编码器码盘只有 5 000 条刻线,为了提高分辨力和准确度,设计了四细分倍频电路,使其分辨力达到 $(360^\circ/20\ 000) = 1.08'$,能够满足此项目的技术指标要求。细分原理如图 2 所示。

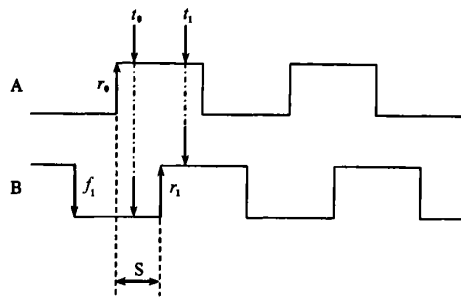


图 2 增量式编码器计数脉冲输出

A 和 B 这两路信号的每相邻两个边沿对应着细分之后的分辨力。也即,自通道 A 发出上升沿 r_0 起,在转过 1 个分辨力当量的角度值后,通道 B 发出上升沿 r_1 ;如果是反转,则在 A 通道发出 r_0 后再转过 1 个分辨力当量时,通道 B 发出下降沿 f_1 。

组合脉冲计数和判向功能由 C851F120 来完成。

单片机采用查询方式来具体实现角度测量。例如,在 t_0 时刻,电路检测到通道 A 状态为高电平,通道 B 状态为低电平,经过一个受控的时间间隔后,在 t_1 时刻,电路检测到通道 A 状态为高电平,通道 B 状态为高电平,从而得到一个二进制组合 1011;一旦获得该值,即表明光栅正转了 1 个分辨力当量的角度。

将两个增量式编码器的过零信号作为 C8051F120 的两个外部中断源,使得每产生一次过零信号,就引发相应的外部中断,执行相应的中断服务子程序;将计数脉冲作为单片机 P_1 口的输入,利用单片机的时钟中断,每隔一定时间产生一次 T_0 中断,在此中断服务子程序中查询是否产生了 1 个分辨力角度,从而实现细分功能。

2) 绝对式编码器输出信号的处理

所选用的绝对式磁电编码器的信号输出接口为同步串行接口 (Synchronous Serial Interface, 简称 SSI),这是高精度绝对式角度编码器中一种较常用的接口方式,它采用主机主动式读出方式,即在主控者发出的时钟脉冲的控制下,从最高有效位 (MSB) 开始同步传输。

SSI 数据以帧的形式串行传送。若所选的编码器是 14 位的,则其标准的数据字长为 14 位,即编码器在接收到一个时钟的上升沿后输出一位数据。当不间断的接收到 14 个时钟上升沿后,一帧数据传输完毕。若使其继续输出数据,必须等待一定的低落时间,即一定脉宽的低电平时间。正常 SSI 读出数据的时序图如图 3 所示。其中, $D_1 \sim D_n$ 为角位置数据; $T = 1/f$ 为一个读数时钟周期,时钟频率 f 一般在 100 kHz ~ 1 MHz 之间,过快或过慢都可能造成数据传输错误; T_m 为两帧数据之间的低落时间,一般为 20 μ s ~ 30 μ s。

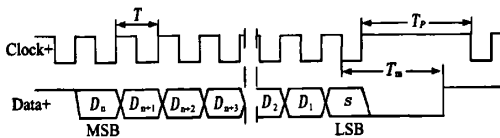


图 3 SSI 数据读出时序图

此绝对式编码器通过 SSI 接口输出的数据格式为格雷 (Gray) 码。格雷码是一种可靠性编码,在数字系统中有着广泛的应用。其特点是任意两个相邻的代码中仅有一位二进制数不同,因而在数码的递增和递减运算过程中不易出现差错,大大减少了误码率,提高了电路的抗干扰能力。但是格雷码是一种无权码,必须首先转换成二进制才能输入到上位机进行处理。

3) 扭矩传感器输出信号的处理

扭矩传感器用来测量某旋转轴拖动负载工作时的动态扭矩值。所选用的是一种采用磁场耦合来传递能源及信号的新型转矩传感器,它取消了传统转矩传感器滑环结构并采用数字式输出。通过惠斯通电桥和 VFC (电压/频率转换器) 将其测得的扭矩值转换成频率信号输出。

将频率脉冲通过 P_0 口输入到单片机,利用 C8051F120 内置的可编程计数器阵列 (Programmable Counter Array, 即 PCA) 中的边界捕获模式就可以很方便的得出频率值,再根据频率 - 扭矩之间的近似线性对应关系,得到动态扭矩值。

4) 加速度传感器输出信号的处理

加速度传感器输出一个电流参量,需转变成电压量并经 ADC 转变成数字量后才能进行数据处理。利用 C8051F120 内部配置的一个 8 通道 12 位的 ADC,按照单片机的 A/D 转换时序要求,就能将三个加速度传感器的模拟量信号转换成 12 位的数字量。

根据实验要求,加表的测量范围是竖直位置左右的 $\pm 10^\circ$ 内的倾角。由于测量范围较大,所以测量准确度较低,其误差要求仅为 $\pm 6'$ 。经过前放、滤波等模拟电路的处理后,将三路模拟信号送到 ADC 转换成数字量。经标定,电压量与数字量的分辨力对应关系为 1 mV 对应 1.6 bit; 数字量与角度值的分辨力对应关系为 1 bit 对应 32"。

总之,以 C8051F120 为核心的硬件电路,充分利用了现有资源,设计思路简便,可靠性较高。同时,由于大部分芯片的供电电压均为 3 V,降低了功耗。

3.2 软件设计

C8051F120 的软件设计主要包括 I/O 端口配置、所有功能模块和寄存器的初始化、相关子程序的设计等等。

1) I/O 端口配置

C8051F120 为 100 个引脚的 TQFP 封装,具有 64 个数字 I/O 端口,所有端口都是可位寻址和字节寻址的,同时,所有端口都能耐 5 V 电压,并且都可以配置成开漏和推挽输出模式。在默认条件下,每个端口内部都有一个弱上拉电阻。I/O 端口的电气特性由图 4 中分析得到。

C8051F120 在 I/O 端口的使用上比较灵活,通过设置数据交叉开关寄存器可控制片内数字资源映射到外部 I/O 引脚,允许用户根据自己的特定应用,选择通用 I/O 端口和所需数字资源。在本设计中使用异步串口即 UART0 口将单片机处理后的数据发

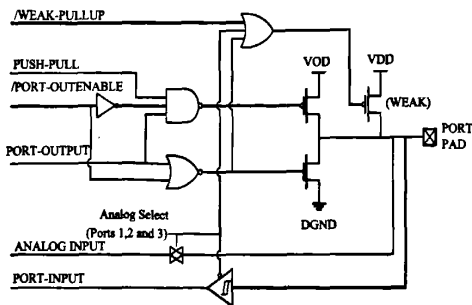


图4 I/O端口单元模块图

送给上位机,因此将P 0.1和P 0.0分别用作UART0的收发端口。由于I/O端口一旦配置成特殊功能口,就不能再作通用口了,设计前一定要确定所需特殊功能用途,也可预留一些特定端口。本设计中,将扭矩传感器的输出频率信号在P 0.2输入;选用P 0.3和P 0.4口作为两个增量式编码器的过零信号的输入端口;将P 0.5口作为绝对式编码器的时钟信号的输出端口。这样就完成了主要信号的I/O端口分配。

2) 功能模块和寄存器的初始化

在应用C8051F120的功能模块之前,都要对其相应的寄存器进行初始化工作,即按照具体的应用条件通过修改相应的寄存器的值来选择正确合理的实现方法。实现某个单一的功能,往往需要涉及到多个寄存器。

譬如,若选用UART0进行串口通信,在设置TH1, SSTA0, SCON0等多个寄存器的值之后,就能将UART0配置成波特率为9600,采用中断方式接收数据,查询方式发送数据,1位起始位,8位数据位,1位停止位的全双工异步串行传输模式。

3) 子程序的设计

系统硬件配置和初始化完成后,就是要通过子程序,主要是中断服务程序的设计实现功能要求。

设计中需要应用到中断类型的有:将两个增量式编码器的过零信号分别设置成两个外部中断INT0和INT1;在定时器中断T0的服务程序中完成增量式编码器倍频和绝对式编码器的数据处理;利用PCA0的边界捕获特性将扭矩传感器频率信号的测量放在PCA0中断中完成。

在INT0-ISR和INT1-ISR中,编码器每产生一次过零信号,就引发一次中断;在PCA0-ISR中,作为频率信号的矩形波每产生一个上升沿的电平变

化,就能引发一次中断。

在T0-ISR中,首先要考虑中断周期。由于使用两个增量式编码器测量的旋转轴的最高转速为300 r/min。也就是说,在200 ms的时间内要转过20 000个分辨力角度当量,即T0-ISR至少要在10 μ s内发生一次,否则将可能丢失有用数据。本设计最后设定的T0-ISR的中断周期为9.2 μ s,每隔9.2 μ s就引发一次T0中断去查询当前的增量式编码器的A相和B相信号的状态。

其次,要考虑绝对式编码器时钟信号的特点(参看图3)。利用T0中断的9.2 μ s的中断周期,每进入一次T0-ISR,将其时钟信号的电平改变两次,即设计实现一个负脉冲,这就借助中断周期产生了频率为108.7kHz的时钟信号。

完成所有中断服务子程序后,还要调整中断优先级。因为在任一时刻只能执行一个中断程序。如果中断优先级设置不合理,就可能造成中断程序的错误,甚至是不能执行。在C8051F120的中断系统中,中断优先级只有高和低两级。

在主程序中,还要将众多的处理后的参数利用UART0发送给上位机作进一步的处理,最终要实时显示在主界面上。

4 结束语

综上所述,C8051F120单片机集成度高,功能强大,特别是其在系统构架和外围设备,如处理内核、在线可编程、ADC等内置硬件、存储器、接口配置、中断系统等方面表现出的卓越性能,加之硬件电路和软件设计中的抗干扰措施,使得该单片机在多任务、实时测量、实时传输、实时显示的测量系统中作为核心芯片,是非常理想的设计方案。

参考文献

- [1] 潘琢金,施国君. C8051FXXX 高速 SOC 单片机原理及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [2] 于跃,王少云. 基于C8051F005的飞行参数记录仪的研制. 南京:南京航空航天大学,2006.
- [3] [美]Cygnal Integrated Products, Inc. C8051F单片机应用解析. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [4] 李耿,罗晖,胡绍民,许光明,李革. 用C8051F120单片机实现激光陀螺小抖动稳频. 中国惯性技术学报,2006,14(1).
- [5] 杨艳秋,曹龙汉,董秀成,李建勇. 基于单片机C8051F060的CAN总线智能节点设计. 现场总线与网络,2006,25(2).

C8051F120的特点及其在多任务实时测试系统中的应用

作者: [李新宇](#), [张志勇](#), [LI Xin-yu](#), [ZHANG Zhi-yong](#)
 作者单位: [北京航天计量测试技术研究所, 北京, 100076](#)
 刊名: [宇航计测技术](#) **ISTIC**
 英文刊名: [JOURNAL OF ASTRONAUTIC METROLOGY AND MEASUREMENT](#)
 年, 卷(期): 2008, 28(2)
 引用次数: 0次

参考文献(5条)

1. 潘琢金, 施国君 [C8051FXXX 高速SOC 单片机原理及应用](#) 2002
2. 于跃, 王少云 [基于C8051F005的飞行参数记录仪的研制](#) 2006
3. Cygnal Integrated Products. Inc [C8051F单片机应用解析](#) 2002
4. 李耿, 罗晖, 胡绍民, 许光明, 李革 [用C8051F120单片机实现激光陀螺小抖动稳频](#)[期刊论文]-[中国惯性技术学报](#) 2006(1)
5. 杨艳秋, 曹龙汉, 董秀成, 李建勇 [基于单片机C8051F060的CAN总线智能节点设计](#)[期刊论文]-[自动化技术与应用](#) 2006(2)

相似文献(10条)

1. 学位论文 [宋公明](#) [基于高速单片机的加工中心数控系统的硬件研制](#) 2007

数控系统是计算机技术在机械制造领域的一种典型应用,它集计算机、机械加工、微电子和自动控制多项技术于一体,是近年来应用领域中发展十分迅速的一项高新技术。当今世界各国制造业都已广泛采用控制技术,以提高制造能力和水平;并且世界各工业发达国家将数控技术及数控装备列为国家战略物资,不仅采取重大措施发展自己的数控技术及其产业? 精尖”的数控关键技术及装备进行封锁。因此在数控技术方面,我们要努力创新,研究开发具有自己知识产权的技术和产品。加工中心是一种功能齐全和性能强且性能价格比高,应用广泛的数控机床。随着数控技术的日益进步和加工中心的广泛应用,加工中心已经成为世界数控机床市场中竞争的主流产品,也是我国众多的机械加工行业技术改造的首选产品之一。其应用量大面广,市场需求日益旺盛。如今,随着微电子技术和计算机技术的不断发展,数控系统性能也日臻完善;同时,数控系统的应用领域也日益扩大。数控技术的关键因素是数控装置,即数控系统信息处理部分的功能、速度和可靠性,控制系统的好坏将直接关系到数控机床的整体性能。同时为了满足社会经济发展和科技发展的需要,各种档次的数控系统都在朝着高精度、高速度和高可靠性等方向发展。为适应这一发展趋势,本文研制的一种基于8位高速SoC单片机的加工中心数控系统,该系统采用的是主、从双MCU进行前后台控制的框架结构。采用这一设计方案,主要是为了保证和满足加工中心数控系统的实时性和高速、高可靠性的要求。在论文中,以系统的硬件研制为主线,以高速单片机的相关电路、人机交互和双口RAM实现双机通讯等有关电路设计和底层驱动软件实现为主要内容,全面、系统地介绍了控制系统研制的一般技术知识和要点。 本论文共有7章,按照技术内容主要有以下五个部分。各部分的具体内容和技术要点,以及所包含的章节如下: 第一部分简单地介绍了控制系统的总体结构,及其系统板的电路设计。这一部分位于论文的第2章,主要概括地说明了控制系统的设计思想,并对高速单片机这一控制核心作了简单的介绍。 第二部分,为论文的第3章。较详细的介绍和分析了控制系统设计中的各单元电路的要点。其中有高速单片机的电路设计、输入输出接口的电路设计、液晶显示电路设计以及双口RAM的电路设计等(包括人机交互接口、串行通讯接口、在线编程接口以及I/O扩展接口等)。 第三部分,为论文的第4章。重点介绍系统单元电路的相关底层驱动软件的设计:高速单片机外部存储器接口配置和低端交叉开关译码器配置的方法及其程序实现、液晶显示的有关程序设计、双口RAM实现数据共享的程序设计、I/O接口的程序设计及电机驱动程序设计。第四部分介绍的是一般数控系统的抗干扰技术。分别说明了相关的硬件抗干扰技术和软件设计的抗干扰措施。位于论文的第5章。 最后这一部分介绍了系统电路的部分调试工作。其中有,人机交互电路的调试,通讯及数据保持芯片的接口电路的调试,以及交流伺服电机的运行调试等。

2. 期刊论文 [董少明](#) [基于工业环境下单片机应用系统硬件抗干扰技术的研究](#) -[电脑知识与技术](#)2009, 5(8)

由于现实工业环境的恶劣,意想不到的干扰源所产生的干扰,会对单片机应用系统的可靠性与安全性构成极大的威胁。轻则会使控制误差增大,影响产品质量,严重时会使系统失灵、崩溃,造成重大损失。该文着重分析了工业环境下主要干扰源对单片机应用系统产生干扰的现象,同时就单片机应用系统采用硬件技术抵御干扰的对策和解决方法进行了探讨。

3. 期刊论文 [孙利佳](#), [漆强](#) [单片机硬件实验教学的探讨和改革](#) -[新西部\(下半月\)](#) 2007(6)

该文探讨了目前高等学校单片机硬件实验教学的现状和存在的问题,针对这些问题对硬件实验的教学形式、方法提出了一些改革建议,旨在提高实验教学效果,培养学生的实验技能。

4. 期刊论文 [黄建平](#), [周一](#), [谢可夫](#) [基于MCS-51单片机的全自动Mossbauer谱仪\(I\)--硬件原理](#) -[计算机工程与应用](#)2003, 39(11)

该文介绍了一种基于80C32单片机的MS-2000型全自动穆斯堡尔谱仪的硬件原理。该谱仪具有掉电时谱数据保护功能、上电时自动恢复测谱功能、多样品的自动连续测谱功能、通用计算机遥控及数据通信功能。该谱仪有很高的自动化水平和数据处理能力。

5. 期刊论文 [贺中武](#), [姬东朝](#) [单片机在微机软件和电路硬件之间的联系作用](#) -[沈阳航空工业学院学报](#)2002, 19(4)

本文以血流动力学心电图诊断监护仪为例,说明单片机在微机软件和电路硬件之的联系作用是如何实现的。

6. 期刊论文 [王芹](#), [唐功友](#), [WANG Qin](#), [TANG Gong-you](#) [单片机的硬件抗干扰技术](#) -[机电设备](#)2006, 23(2)

在分析干扰对单片机系统危害的基础上,介绍了单片机应用系统的硬件抗干扰技术,这些技术在实际应用中取得了良好的效果。

7. 期刊论文 [王云](#), [刘红梅](#) [深入分析单片机软件和硬件的结合](#) -[中国科技博览](#)2008(23)

在单片机中,可以用软件编程控制硬件,而且硬件也可以把它的电路状态反映在相应的软件上,不同情况下,这种软件和硬件的具体结合,有不同的结合之处,本文主要对这种软件和硬件的具体结合,通过七个不同方面进行了综合的论述和深入的分析。

8. 期刊论文 [陈军. CHEN Jun 基于AVR单片机的温度控制系统设计 -自动化与仪器仪表2009\(4\)](#)

设计了一种基于AT90S8535芯片的温度控制系统, ATME1公司生产的AT90S8535单片机是一种性能优良且很有发展潜力的单片机. 本文介绍了温度控制系统的组成和工作原理, 并给出了系统的硬件电路设计和软件设计.

9. 期刊论文 [李娜. 刘雅举. LI Na. LIU Yaju Proteus在单片机仿真中的应用 -现代电子技术2007, 30\(4\)](#)

Proteus是一款功能强大的EDA仿真软件. 他拥有丰富的库元件, 尤其是动态外设的仿真极大地补充了其他仿真软件的不足. 在软件使用方面, 简单易学, 可以像Protel一样画好硬件原理图与WAVE编程软件结合进行仿真调试. 尤其是在单片机仿真中的应用, 可大大节省硬件开销和开发时间, 为了充分说明其优点和实用性, 通过结合实例, 进行硬件仿真, 得到了良好的效果.

10. 期刊论文 [张开生. 郭国法. Zhang. Kaisheng. Guo. Guofa MCS-51单片机温度控制系统的设计 -微计算机信息](#)
2005(7)

本文从硬件和软件两方面介绍了MCS-51单片机温度控制系统的设计思路, 对硬件原理图和程序框图作了简捷的描述.

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_yhjcjs200802013.aspx

下载时间: 2010年1月10日